

Reakcja rozszczepienia

Jeżeli ciężkie jądro rozdzielimy na dwie części → dwa mniejsze jądra są silniej związane od jądra wyjściowego → te dwie części mają masę mniejszą niż masa jądra wyjściowego.



W reakcji rozszczepienia wydzielą się energia.

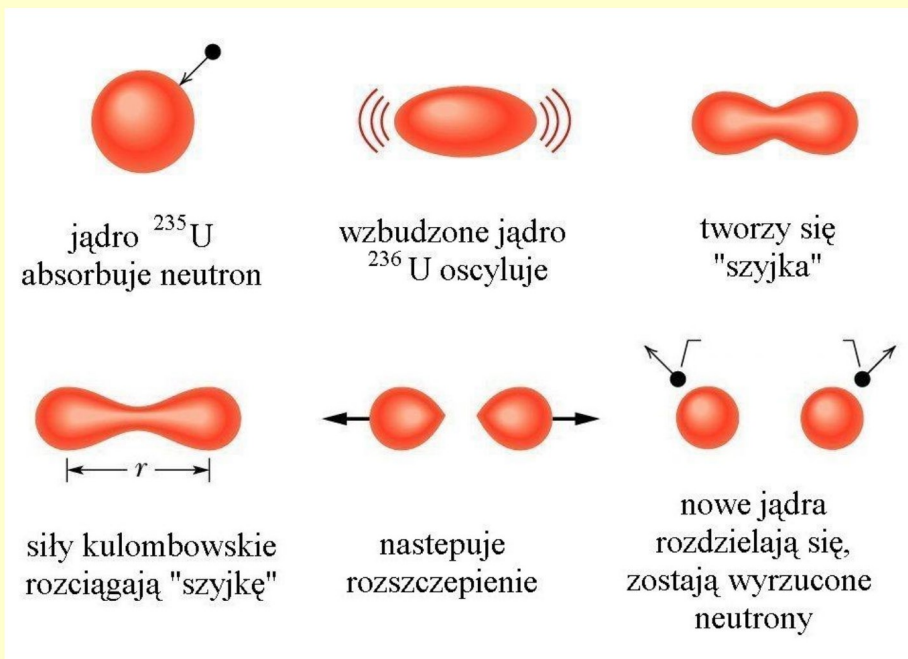


Źródło energii reaktora jądrowego

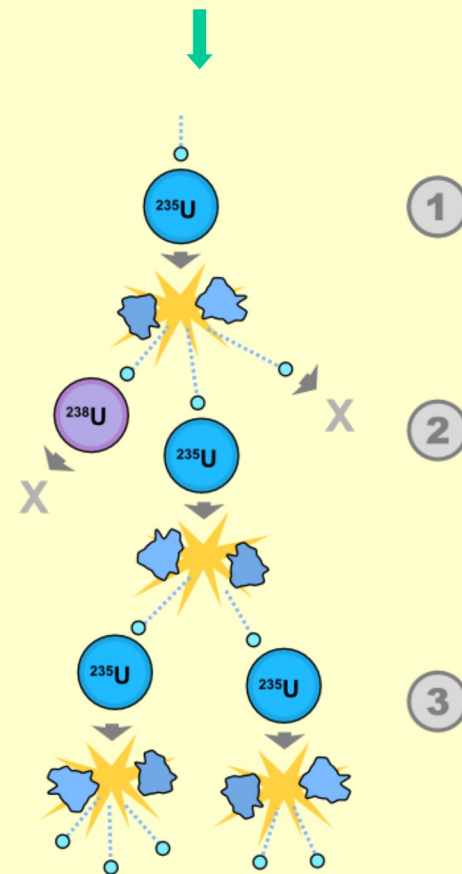
Spontaniczne rozszczepienie naturalnego jądra jest na ogół mniej prawdopodobne niż rozpad α tego jądra.

Bombardowanie jądra neutronami o niskiej energii → rozszczepienia uranu ^{235}U i plutonu ^{239}Pu .

typowa reakcja rozczepienia: $^{235}\text{U} + n \rightarrow ^{236}\text{U} \rightarrow ^{140}\text{Xe} + ^{94}\text{Sr} + 2n$

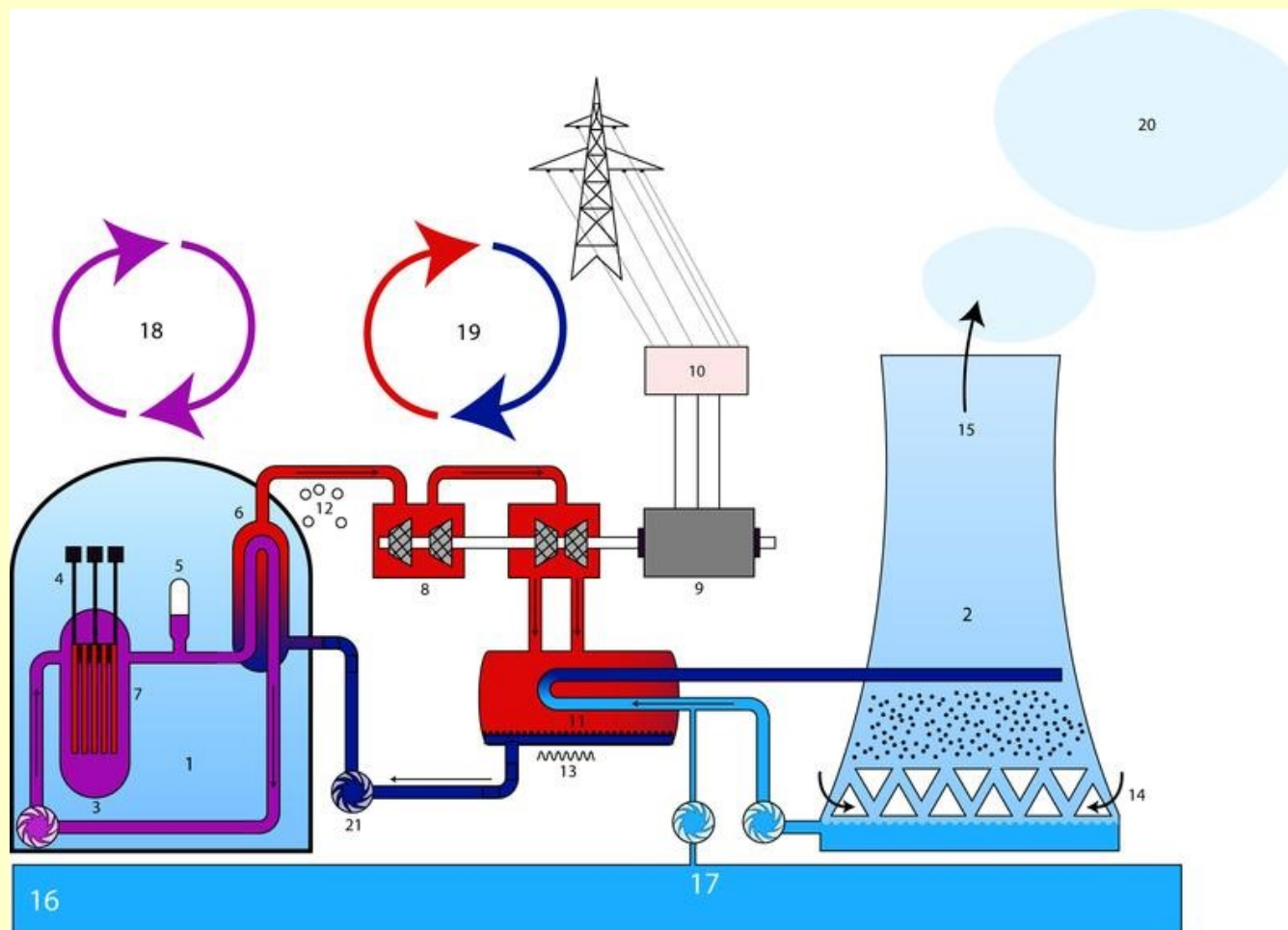


W reakcji rozszczepienia powstaje na ogół kilka neutronów.



Mamy do czynienia z **lawinową reakcją łańcuchową**.

Elektrownia jądrowa



1. Blok reaktora 2. Komin chłodzący 3. Reaktor 4. Pręty kontrolne 5. Zbiornik wyrównawczy ciśnienia 6. Generator pary 7. Zbiornik paliwa 8. Turbina 9. Prądnica 10. Transformator 11. Skraplacz 12. Stan gazowy 13. Stan ciekły 14. Powietrze 15. Wilgotne powietrze 16. Rzeka 17. Układ chłodzenia 18. I obieg 19. II obieg 20. Para wodna 21. Pompa

Reakcja syntezy jądrowej

Masa dwóch lekkich jąder > masa jądra powstającego po ich połączeniu.



Wydziela się energia związana z różnicą mas.

Przykład: połączenie dwóch deuteronów ${}^2_1\text{H}$ w jądro helu \rightarrow 0.6% masy zostaje zamienione na energię.

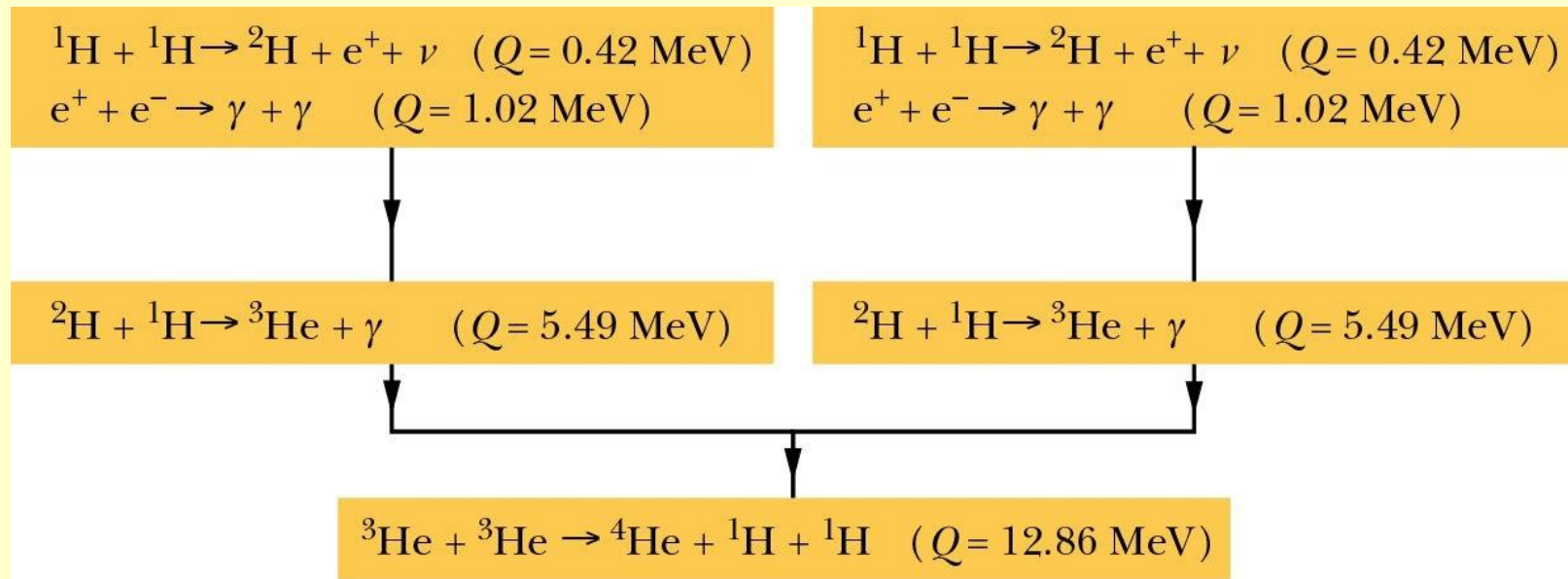
Metoda perspektywiczna - dysponujemy nieograniczonym źródłem deuteru w wodzie mórz i oceanów.

Przeszkoda \rightarrow **odpychanie kulombowskie** \rightarrow protony trzeba zbliżyć na $2 \cdot 10^{-15}$ m

Reakcja jest możliwa w temperaturze około $5 \cdot 10^7$ K.

Reakcje, które wymagają takich temperatur nazywamy **reakcjami termojądrowymi**

Cykl wodorowy



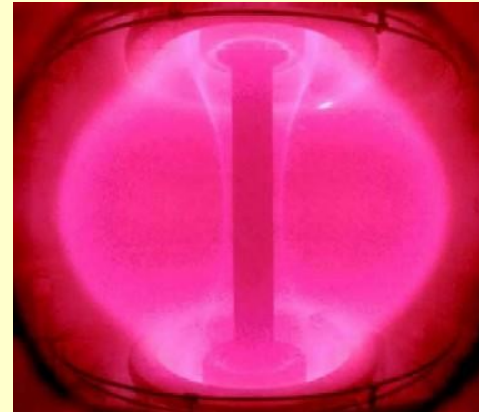
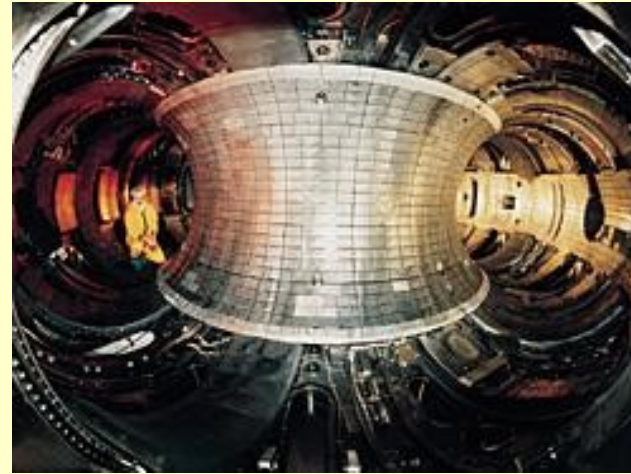
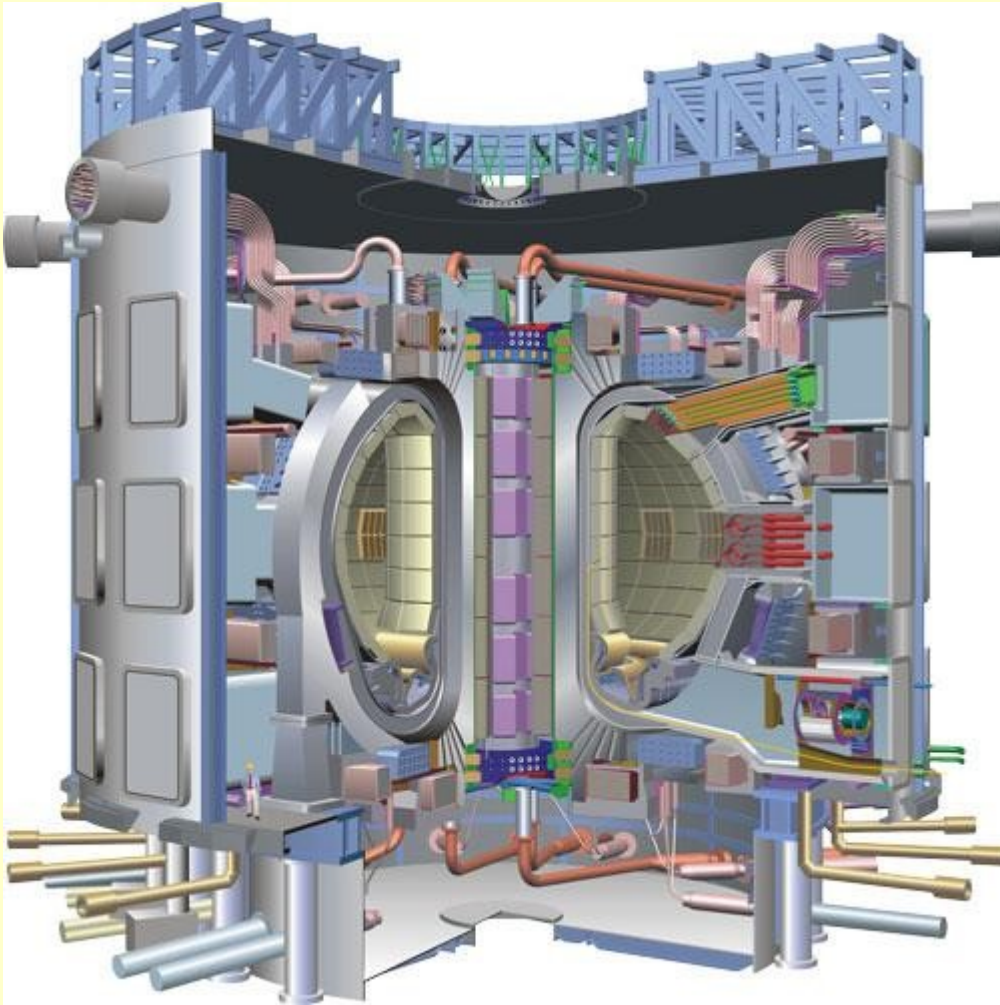
Masa jądra helu stanowi 99.3% masy czterech protonów \rightarrow wydzielą się energia związana z różnicą mas.

Energia wytwarzana przez Słońce \rightarrow w ciągu sekundy 592 miliony ton wodoru zamieniają się w 587.9 milionów ton helu.

Różnica tj. 4.1 miliony ton jest zamieniana na energię (w ciągu sekundy). Odpowiada to mocy około $4 \cdot 10^{26} \text{ W}$.

ITER – reaktor termojądrowy w budowie

International Thermonuclear Experimental Reactor



w pobliżu Marsylii, na południu Francji (koszt 10 miliardów €)

Źródła energii gwiazd

Źródłem energii, które przeciwdziała grawitacyjnemu zapadaniu się gwiazdy są reakcje termojądrowe.

ciśnienie termiczne (wynik reakcji termojądrowych) = ciśnienie grawitacyjne

$$p = \frac{1}{3} n' m \overline{v^2} = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}$$

$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

$$P_T = \frac{\rho kT}{m_p}$$

m_p - masą protonu
(masa atomu wodoru \approx masa protonu)

$$p = \rho \bar{g} h \quad \bar{g} = \frac{1}{2} g$$

$$P_g = \frac{1}{2} \rho g R \quad g = \frac{GM_s}{R^2}$$

$$\frac{\rho kT}{m_p} = \frac{1}{2} \frac{\rho GM_s}{R}$$

$$P_g = \frac{1}{2} \rho G \frac{M_s}{R}$$

$$R = \frac{GM_s m_p}{2kT}$$

$$R = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$$
$$T \approx 10^7 \text{ K}$$